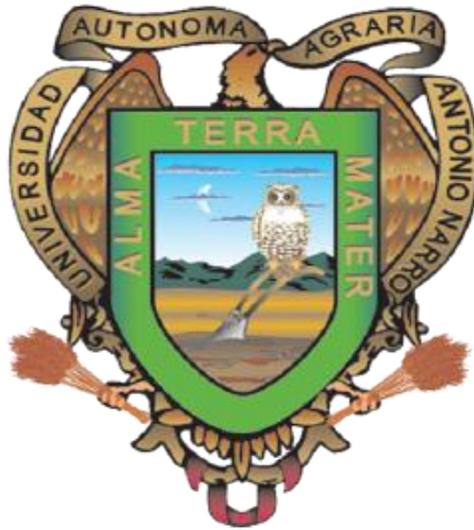


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



TEMA:

**EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA ADICIONANDO UN
PRODUCTO A BASE DE HIPOCLORITO DE SODIO Y DIOXIDO DE
CLORO**

PRESETANDO POR:

ISAAC JESUS HERNANDEZ HERNANDEZ

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
TITULO DE:**

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



**EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA ADICIONANDO UN
PRODUCTO A BASE DE HIPOCLORITO DE SODIO Y DIOXIDO DE
CLORO**

POR:

ISAAC JESUS HERNANDEZ HERNANDEZ

TESIS:

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

ASESOR:

MC. JUAN LUIS MORALEZ CRUZ

Torreón, Coahuila, México.

Enero del 2013.

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



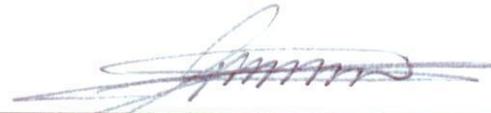
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ADICIONANDO UN PRODUCTO A BASE DE HIPOCLORITO DE SODIO Y DIÓXIDO DE CLORO.

POR:

ISAAC JESÚS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

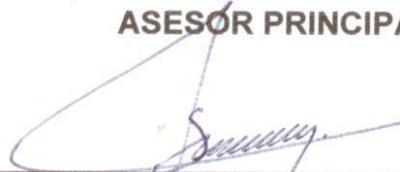
Tesis que se somete a consideración del H. jurado examinador y aprobada como requisito parcial para obtener el grado de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA



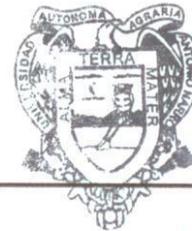
MC. Juan Luis Morales Cruz

ASESOR PRINCIPAL



MVZ. Rodrigo Isidro Simón Alonso

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Torreón, Coahuila, México.

Enero del 2013.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**



DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA ADICIONANDO UN PRODUCTO
A BASE DE HIPOCLORITO DE SODIO Y DIÓXIDO DE CLORO.**

CLORO

POR:

ISAAC JESÚS HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

PRESIDENTE:

MC. Juan Luis Morales Cruz

VOCAL:

MVZ. Carlos Ramírez Fernández

VOCAL:

Dr. Carlos Leyva Orasma

VOCAL:

IBQ. Cristina Esparza Alcalá

Torreón, Coahuila, México.

Enero del 2013.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a DIOS por su misericordia, por sus bendiciones a mi vida porque el fue quien provuyó a mis padres para sostenerme en esta carrera universitaria y al mismo tiempo carrera de la vida. Gracias Dios por amarme y por guardar mi vida de todo mal y guiarme por los caminos correctos de justicia y verdad. Este gran triunfo en mi vida te lo agradezco mucho Señor y es un motivo más para alabarte y adorarte por siempre.

A mis padres Jesús Hernández Zapata y Roció Hernández Valenzuela por darme primeramente el privilegio de ser su hijo y por apoyarme incondicionalmente en todos los momentos de mi carrera, aunque físicamente no estuvieron ellos aquí conmigo pero sus consejos, regaños y palabras de aliento estuvieron siempre presentes a los largo de esta formación, gracias por confiar en mi y dejarme buscar mis sueños hoy sin duda alguna este triunfo es también un triunfo para ellos.

A mis hermanos Carlos y Nayelli por los buenos momentos que pase con ellos cuando viajaba a visitarlos gracias por su apoyo y amor de hermanos.

A MI ALMA TERRA MATER:

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO (UL). por dejarme ser parte de una generación mas que se ha formado dentro de sus aulas, y por prepararme para enfrentar la vida con principios éticos y valores morales que los llevare acabo durante toda mi vida profesional es un honor ser un portador mas del legado de los buitres. ¡Por siempre buitres!

Al MC. Juan Luis Morales Cruz. Por su atención y paciencia para ayudarme a la elaboración de este trabajo profesional. ¡Gracias por todo!

Al Dr. Carlos Leyva Orasma por el apoyo para la elaboración de este trabajo.

Al MVZ. Carlos Ramírez Fernández por el apoyo en las revisiones periódicas de este trabajo. Gracias!

A la IBQ. Cristina Alcalá Esparza por apoyarme en la realización de las pruebas bacteriológicas.

Agradezco a todos mis compañeros de grupo y de generación por compartir esta etapa de mi vida y por dejarme ser parte de su vida y de su historia a mis compañeros de tesis Waldo y Jairo que juntos hicimos posible este trabajo.

Al laboratorio FARMDEPOT patrocinador del producto de dióxido de cloro e hipoclorito de sodio por permitirnos realizar la prueba de la calidad del agua haciendo uso de sus productos. Gracias a Luis y Alejandro Huerta por su apoyo.

DEDICATORIA

De manera muy especial dedico este trabajo profesional a la mujer que llena mi vida de alegría y felicidad, a mi esposa amada, la cual me apoyo durante toda mi carrera, en nuestro noviazgo siempre ella estuvo dispuesta ayudarme en todo lo que ella pudiera, sus consejos, palabras de animo, dedicación y tiempo se lo agradezco hoy. Y a hora como mi esposa le dedico este triunfo a ella y doy gracias una vez más a Dios por haber puesto en mi camino una mujer tan virtuosa como ella. Cesia Patricia García de Hernández.

INDICE GENERAL

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIA	III
INDICE GENERAL.....	IV
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	VI
Resumen.....	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
1. Hipótesis.....	3
2. Objetivo general.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4. PERDIDAS DE AGUA (BALANCE HIDRICO).....	5
4.1 NECESIDADES DE AGUA.	6
.....	6
4.2 USOS DEL AGUA EN EL ORGANISMO.	7
5. LIMITES PERMISIBLES PARA AGUA DE USO Y CONSUMO HUMANO	7
-NOM-127-SSA1-1994.	7
5.1 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS.	7
5.2 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS.	8
5.3 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.	9
6 CLASIFICACION DE LAS AGUAS.....	9
6.1 Escala de clasificación de la calidad del agua, conforme a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....	9
Fuente: CONAGUA, 2004.	9
6.2 Escala de clasificación de la calidad del agua, conforme a la Demanda Química de Oxígeno (DQO).	10
6.3 Escala de clasificacion de la calidad del agua conforme a su carga Bacteriologica.	11
6.4 Escala de clasificacion de la calidad del agua conforme a su carga de Total de Solidos Disueltos (TDS).	11
6.5 Definición de dureza.	11

6.6 CLASIFICACIÓN DEL AGUA.....	12
7. CALIDAD DEL AGUA DE LA COMARCA LAGUNERA.....	13
8. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA	14
8.1 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	17
9. EL HIPOCLORITO DE SODIO.	21
9.1 EL DIOXIDO DE CLORO.....	22
9.2 EL DIÓXIDO DE CLORO COMO OXIDANTE.....	25
9.3 OXIDACIÓN DE SULFATOS	27
9.4 REDUCCIÓN ASIMILATIVA DEL SULFATO.....	27
9.5 EFECTO BIOCIDA.....	29
9.6 ELIMINACIÓN DE LA PELÍCULA BIOLÓGICA (biofilms).....	30
9.7 MECANISMO DE DESINFECCIÓN DEL DIÓXIDO DE CLORO.....	30
9.8 LOS TRIHALOMETANOS. (THM).....	31
9.9 SUBPRODUCTOS DE LA DESINFECCIÓN CON DIÓXIDO DE CLORO.....	32
III.- MATERIALES Y MÈTODOS	34
1. DESCRIPCION DEL ÀREA DE TRABAJO	34
2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO.....	35
3. MATERIALES UTILIZADOS	37
IV.- RESULTADOS.....	44
V. Discusión	48
VI. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.	55
LITERATURA CITADA.....	56

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> Límites permisibles de características bacteriológicas.	8
<i>Tabla 2</i> Límites permisibles de características físicas y organolépticas.	8
<i>Tabla 3</i> Clasificación de la calidad del agua DBO5.	9
<i>Tabla 4</i> Clasificación de la calidad del agua DQO.	10
<i>Tabla 5</i> Clasificación de la calidad del agua conforme a su carga bacteriológica.	11
<i>Tabla 6</i> Índice de dureza del agua.	12
<i>Tabla 7</i> Tolerancia que definen la aptitud del agua para consumo animal.	20
<i>Tabla 8</i> EFECTO DEL DIÓXIDO DE CLORO VS OTROS DESINFECTANTES	24
<i>Tabla 9</i> PARAMETROS FISICOS.	44
<i>Tabla 10</i> Determinación de mesófilos aerobios:	46
<i>Tabla 11</i> Determinación de coliformes totales.	47

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1.</i> Necesidades de agua. _____	6
<i>Ilustración 2</i> Usos del agua _____	7
<i>Ilustración 3</i> Vista satelital del Establo Los Compadres lugar donde se efectuó la investigación. (Fuente. Google earth). _____	34
<i>Ilustración 4</i> limpieza y desinfección de la pila con el producto Vigoroso™ _____	37
<i>Ilustración 5</i> Desinfección de la pila con alcohol etílico al 90%. _____	38
<i>Ilustración 6</i> Aplicación de SealXPro NanoTech-C/P _____	39
<i>Ilustración 7</i> Aplicación de Recubrimiento Hidráulico Negro _____	40
<i>Ilustración 8</i> Aplicaciones de Recubrimiento epóxido impermeable. _____	41
<i>Ilustración 9</i> Finalización de la primera etapa del experimento. _____	42
<i>Ilustración 10</i> Dosificadores de dióxido de cloro e hipoclorito de sodio. _____	43

Resumen

Evaluación de la calidad de agua adicionando un producto a base de hipoclorito de sodio y dióxido de cloro.

Por: Isaac Jesús Hernández Hernández.

El objetivo de este estudio fue investigar acerca del dióxido de cloro e hipoclorito de sodio como de mejoradores de la calidad del agua; ya que el agua ha sido por muchos años una variante dentro de la explotaciones pecuarias en México y mayor mente en la comarca lagunera, siendo esta muchas veces de muy mala calidad y en ocasiones la causante de enfermedades en los bovinos lecheros. El agua juega un papel muy importante para la producción, el mantenimiento, y salud de los animales, si se administra agua de mala calidad con excesiva carga bacteriana los animales que consuman este tipo de agua casi siempre tendrán problemas de salud y rezagos en la producción e incluso llegar hasta la muerte.

La utilización de desinfectantes y mejoradores o potabilizadores de la calidad de agua ha sido objeto de preocupación para los ganaderos y dueños de explotaciones pecuarias, ya que muchas veces no logran cumplir con el objetivo de mejorar la calidad y por consecuencia de estos se ha visto mermas en la producción y mantenimiento de sus animales.

Es por eso que se realizo la siguiente prueba, la cual propone una nueva alternativa de utilizar productos de desinfección y mejoradores de la calidad del agua, que no sean nocivos para la salud de los animales y que al mismo tiempo puedan ayudar a mantener o mejorar la producción pecuaria y sobre todo tener buenos estados de salud en bovinos. El uso de dióxido de cloro e hipoclorito de sodio son una muy buena alternativa para mejorar la calidad del agua de consumo de y que el uso de estos puede mejorar notablemente la producción.

Palabras claves: Bovinos, dióxido de cloro, hipoclorito de sodio, agua, calidad.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de los desinfectantes y mejoradores de la calidad de agua de bebida de los bovinos lecheros es de suma importancia ya que un agua limpia y desinfectada tendrá un efecto positivo en la salud, producción y alimentación de la vaca. Es por eso que los desinfectantes del agua de bebida juegan un papel mucho muy importante en el la industria lechera.

El agua es el nutriente más esencial para la nutrición del ganado y debe tenerse en cuenta su gran importancia. El agua de bebida tiene que ser potable y no contener sustancias nocivas además de estar fácilmente disponible para los animales. (Valentino B; 2009)

El agua debe ser de calidad en todos los puntos de la cadena alimentaria, incluyendo la destinada a la bebida de los animales de producción y la empleada para higienizar los equipos e instalaciones. A esto hay que sumar la incidencia que tiene sobre la salud y el bienestar de los animales, y por lo tanto sobre la productividad. Y, por último, no podemos olvidar la importancia de proteger los recursos hídricos de la contaminación que puedan generar las actividades ganaderas. (BAVERA G.A, 2006)

Para determinar la calidad del agua en una explotación animal podemos utilizar tres criterios: los parámetros microbiológicos y los parámetros químicos, que inciden directamente sobre la salud, y los parámetros organolépticos.

Los parámetros químicos fundamentalmente valoran el conjunto de minerales disueltos en el agua, éstos forman el denominado “total de sólidos disueltos” (TDS). Un agua de excelente calidad es aquella que tiene un TDS inferior a 1000 ppm. (Antonio J; 2008)

Los parámetros organolépticos (entre los que encontramos el olor, el color, el sabor y la turbidez del agua) delatan, rápidamente, la existencia de fluctuaciones en la calidad del agua; estas variaciones pueden indicar que llega contaminada, que el tratamiento que recibe es insuficiente, o que algunas sustancias se incorporan al agua a su paso por las conducciones.

Total de sólidos disueltos: Resulta difícil fijar los límites en cuanto al contenido en sales para los bóvidos, porque dependerá del tipo de producción. El total de sólidos disueltos es la suma de las concentraciones de todo lo disuelto en el agua. En general, la salinidad del agua es uno de los factores que determinan si una fuente de agua es apropiada para el ganado. La mayoría de las sales disueltas en el agua son compuestos inorgánicos, como sulfatos, cloruros, carbonatos y bicarbonatos de Ca, Mg y Na. Dentro de las sales contenidas en el agua, los sulfatos son más perjudiciales que los cloruros y las sales inorgánicas más perjudiciales que las orgánicas. La alta salinidad limita el consumo de agua y, como consecuencia, el de materia seca de alimentos de alta calidad, aumenta la velocidad de tránsito gastrointestinal haciendo menos eficiente la utilización de los nutrientes, y aporta exceso de sales, como los sulfatos, que pueden alterar la absorción de minerales (Cu, Zn), retardar el crecimiento y la disponibilidad de energía de la dieta. . (Antonio J; 2008)

Debido a esto existen cifras tentativas para los bovinos, sin que se altere en alto grado su salud y producción, y para zonas que se caracterizan por tener aguas con elevada concentración de sales, se pueden dar como límites valores de hasta 7 a 11 g/l de sales totales, siempre que en la composición de las mismas predomine el cloruro de sodio, como es corriente, y no presenten una proporción elevada de cationes y aniones bivalentes, especialmente magnesio y sulfatos. (Bavera; 2009). Es por eso que el hipoclorito de sodio y dióxido de cloro son una nueva alternativa como desinfectantes para ser empleados en la industria lechera ya que al combinarlos su efecto sinérgico tiene una mayor potencia y tiempo de mantener desinfectada y lo mas limpia posible el agua de bebida.

1. Hipótesis

El uso del hipoclorito de sodio y dióxido de cloro tienen el efecto de mejorar la calidad de agua de consumo de los bovinos lecheros.

2. Objetivo general

1.-Evaluar la calidad del agua tratada con hipoclorito de sodio y dióxido de cloro.

2.- Evaluar si el hipoclorito de sodio y dióxido de cloro tienen un efecto de desinfección y de saneamiento en el agua.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

3. FUNCIÓN DEL AGUA EN LOS BOVINOS.

El consumo de agua tiene un papel importante ya que es un elemento fundamental para la vida. Es el componente más importante de los organismos vivos constituyendo, la mayor parte del peso (dos terceras partes de la masa corporal) y participa en infinidad de reacciones y procesos vitales internos.

El agua no es vital por sí misma, sino que también puede proporcionar minerales y cubrir parte de los requerimientos de Ca, Na, Mg, S, entre otros (Flores y Rochinotti, 2007). Desde el punto de vista nutricional, se comporta como un solvente universal. El agua favorece el ablandamiento y fermentación de los alimentos, permitiendo su asimilación y la excreción de orina y heces (Cseh, 2003).

Las funciones de digestión, absorción, metabolismo, transporte, secreción, excreción, reproducción, lubricación de articulaciones, regulación de temperatura y producción láctea tienen como protagonista principal al agua (Herrero, 2003). A medida que la temperatura aumenta de 86 a 95 °F (30 a 35° C), el consumo de agua aumenta de 21 a 32 galones (95.467 a 145.474 litros). Si Los bovinos tienen acceso a un corral al aire libre, es muy importante que el agua esté cerca de la sombra y del comedero con el alimento. Los bovinos lecheros de alta producción tienen en general una mayor susceptibilidad a sufrir stress calórico ya que generan más calor como resultado de la mayor ingesta de alimento y por lo tanto van a requerir más agua de bebida. Esta debe ser fresca, limpia y libre de contaminantes. Si se usa agua de pozo se debe de asegurar que haya sido analizada previamente, para determinar si es de calidad adecuada para el consumo de los bovinos. Tratar de evitar el uso de lagunas de abrevado para consumo de los bovinos que están en lotes al aire libre o en la pastura. No sólo representa esto un riesgo para la salud del ganado debido a la baja

calidad del agua, sino que puede aumentar la incidencia de mastitis y el aumento en el recuento de células somáticas (García, 2004).

. 4. PERDIDAS DE AGUA (BALANCE HIDRICO)

El agua es deseada del cuerpo constantemente en el aire respirado, por evaporación de la piel y periódicamente por excreción en la orina y las heces. El agua excretada en la orina actúa como un solvente para productos excretorios eliminados a través de los riñones. La orina contiene mayormente productos de la descomposición de las proteínas (urea en mamíferos, ácido úrico en aves) y minerales. La urea en una solución concentrada acuosa es tóxica para los tejidos. En la orina la urea es diluida por el agua a concentraciones menos dañinas y es finalmente eliminada por la orina (en fallos renales crónico, en pacientes no dializados, la urea, se convierte en un veneno para dicho paciente).

La pérdida fecal de agua es considerablemente más alta en rumiantes que en otras especies, siendo casi igual a la pérdida urinaria, mientras que en el humano la pérdida fecal de agua es de solo cerca de 7-10% de agua de la que se pierde en la orina. El ganado que consume dietas fibrosas excreta heces con un 68-80% de agua.

Las heces de ovejas, en forma de pellet, contienen 50-60% de agua. La pérdida de agua en las heces de rumiantes son pequeñas comparadas con la gran cantidad de agua secretada dentro del tracto digestivo a través de la saliva y los jugos digestivos. Esto puede ser explicado por el hecho de que gran parte del agua secretada dentro del tracto es reabsorbida. En las diarreas se pierde gran cantidad de agua y electrolitos en las heces (García, 2011).

4.1 NECESIDADES DE AGUA.

La necesidad de agua es el resultado de un incremento en la concentración de electrolitos en los fluidos corporales, los cuales activan el mecanismo de la sed. El ciclo del agua de los animales mayores se representa en el siguiente esquema, grandes cantidades de agua están envueltas en el ciclo diario, pero el consumo de agua puede estar comparativamente limitado debido a la reabsorción de agua en el extenso tracto digestivo (García 2011).

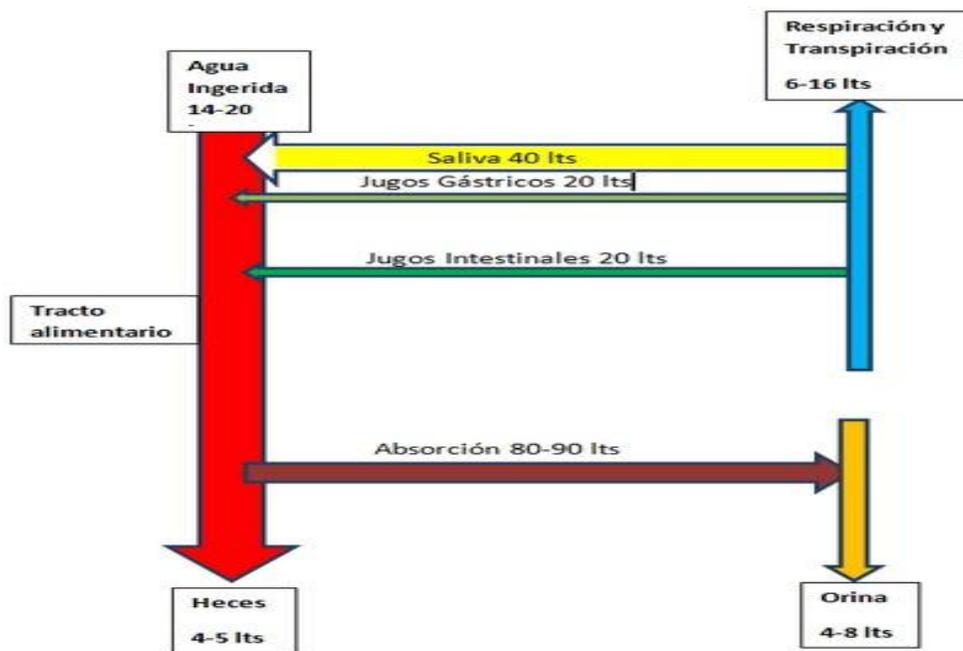


Ilustración 1. Necesidades de agua.

4.2 USOS DEL AGUA EN EL ORGANISMO.

Los animales utilizan el agua para su nutrición y crecimiento, y la obtienen de diversas fuentes: la contenida en el alimento, la que se produce durante el proceso de asimilación de nutrientes, por término general la oxidación de 1 g de proteína genera 0,4 g de agua, la de 1g de hidratos de carbono generaría 0,6 g de agua y la de 1 g de lípidos genera 1,1 g de agua.

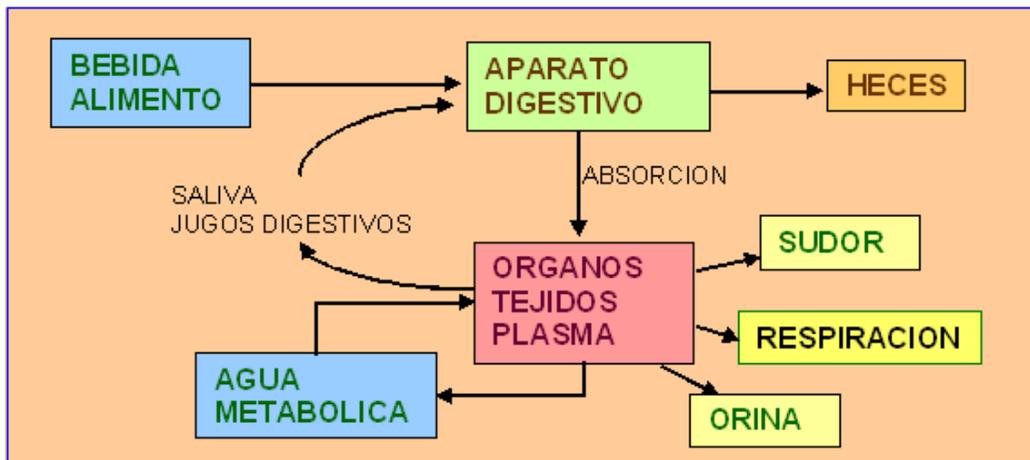


Ilustración 2 Usos del agua

5. LIMITES PERMISIBLES PARA AGUA DE USO Y CONSUMO HUMANO

-NOM-127-SSA1-1994.

5.1 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS.

El contenido de organismos resultante del examen de una muestra simple de agua, debe ajustarse a lo establecido en la Tabla 1.

Tabla 1 Límites permisibles de características bacteriológicas.

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Organismos coliformes totales	2 NMP/100 ml 2 UFC/100 ml
Organismos coliformes fecales	No detectable NMP/100 ml Cero UFC/100 ml

FUENTE (NOM-127-SSA1-1994)

Los resultados de los exámenes bacteriológicos se deben reportar en unidades de NMP/100 ml (número más probable por 100 ml), si se utiliza la técnica del número más probable o UFC/100 ml (unidades formadoras de colonias por 100 ml), si se utiliza la técnica de filtración por membrana.

5.2 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ORGANOLÉPTICAS.

Las características físicas y organolépticas deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 2.

Tabla 2 Límites permisibles de características físicas y organolépticas.

CARACTERISTICA	LIMITE PERMISIBLE
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultados de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.

5.3 LÍMITES PERMISIBLES DE CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

El contenido de constituyentes químicos deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 3. Los límites se expresan en mg/l, excepto cuando se indique otra unidad.

6 CLASIFICACION DE LAS AGUAS.

6.1 Escala de clasificación de la calidad del agua, conforme a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

Tabla 3 Clasificación de la calidad del agua DBO5.

DBO5	Criterio Descripción
menor o igual a 6 mg/L	No contaminada Típico de aguas naturales.
mayor a 6 mg/L y menor o igual a 30 mg/L	Buena calidad Con baja concentración de materia orgánica o presencia de agua municipal tratada con procesos biológicos.
mayor a 30 mg/L y menor o igual a 120 mg/L	Con indicio de contaminación Presencia de agua municipal sedimentada o de industria poco contaminante.
mayor a 120 mg/L	Contaminada Presencia de agua residual municipal cruda o de industria contaminante

Fuente: CONAGUA, 2004.

6.2 Escala de clasificación de la calidad del agua, conforme a la Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Tabla 4 Clasificación de la calidad del agua DQO.

DQO	Criterio	Descripción
menor o igual a 20 mg/L	No contaminada	Típico de aguas naturales.
mayor a 20 mg/L y menor o igual a 100 mg/L	Buena calidad	Aguas con materia orgánica.
mayor a 100 mg/L y menor o igual a 250 mg/L	Con indicio de contaminación	Presencia de agua residual, principalmente urbana.
mayor a 250 mg/L y menor o igual a 500 mg/L	Contaminada	Presencia de agua residual con concentración débil de materia orgánica.
mayor a 500 mg/L y menor o igual a 1 000 mg/L	Muy contaminada	Presencia de agua residual con concentración media de materia orgánica.
mayor a 1 000 mg/L	Fuertemente contaminada	Presencia de agua residual con concentración alta de materia orgánica.

Fuente: CONAGUA, 2004.

6.3 Escala de clasificación de la calidad del agua conforme a su carga Bacteriológica.

Tabla 5 Clasificación de la calidad del agua conforme a su carga bacteriológica.

Condición bacteriológica		Número más probable de microorganismos por cada 100 mililitros de agua para consumo animal.	
		Coniformes fecales	Enterococos
S	Sin riesgo	0 a 200	0 a 40
A	Aceptable	201 a 500	41 a 200
N	No recomendable	501 a 1 000	201 a 500
R	Con riesgo sanitario	más de 1 000	más de 500

Fuente: SEMARNAT, 2008.

6.4 Escala de clasificación de la calidad del agua conforme a su carga de Total de Sólidos Disueltos (TDS).

6.5 Definición de dureza.

La dureza del agua se define como la concentración de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes (iones de calcio, estroncio, bario y magnesio en forma de carbonatos y bicarbonatos) y se expresa en equivalentes de carbonato de calcio y constituye un parámetro muy significativo en la calidad del agua. Esta cantidad de sales afecta la capacidad de formación de espuma de detergentes en contacto con agua y representa una serie de problemas de incrustación en equipo industrial y doméstico, además de resultar nociva para consumo humano.

6.6 CLASIFICACIÓN DEL AGUA.

De acuerdo a la concentración de carbonatos contenidos en el agua, esta puede clasificarse en niveles de dureza, la siguiente tabla indica las cantidades de sales.

Tabla 6 Índice de dureza del agua.

Denominación	ppm de CaCO₃
Muy suaves	0-15
Suaves	16-75
Medias	76- 150
Duras	150-300
Muy duras	Mayor a 300

(SEMARNAT, 2008).

7. CALIDAD DEL AGUA DE LA COMARCA LAGUNERA.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Comisión Nacional del Agua (2004) señalan: La calidad del agua contenida por el acuífero “Principal-Región Lagunera” presenta fuertes variaciones en la área: su salinidad total varía entre 200 y más de 3 600 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos (STD).

La SEMARNAT y la CONAGUA (2004) han afirmado que el acuífero principal de la Región Lagunera es uno de los 188 que están calificados en peligro, ya que se extraen aproximadamente mil millones de metros cúbicos y sólo se recargan de forma natural alrededor de quinientos millones (Balderas y Gómez, 2009).

Se ha encontrado en una muestra representativa de pozos del acuífero que en términos generales el arsénico se encuentra entre 0.015 y 0.025 microgramos por litro de agua, mientras que en algunos pozos es superior. La presencia de arsénico fue confirmada en un alto porcentaje en casi el 25% de los pozos, rebasándose los 0.04 mg/l, límite establecido en la norma para 2002; además, se ha detectado que el arsénico es una causal de cáncer (Leal y Gelover, 2002).

Se ha investigado este fenómeno en la región y coinciden en afirmar que una de las causas de arsénico en el agua se debe a la sobreexplotación de los acuíferos subterráneos (Balderas y Gómez, 2009).

8. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua utilizada en las explotaciones ganaderas es cada vez más motivo de atención por tres razones fundamentales. El agua debe ser de calidad en todos los puntos de la cadena alimentaria, incluyendo el agua destinada a la bebida de los animales de producción y la empleada para higienizar los equipos e instalaciones. (BAVERA G.A, 2006)

La calidad del agua de bebida para los animales es tan importante como la cantidad. El agua que bebe el animal debe ser limpia, inodora, incolora e insípida, la ingesta de agua de baja calidad determina pérdida de estado en los animales, falta de apetito, trastornos digestivos, reducción en la producción láctea, alteración en la reproducción y en los casos más extremos hasta la muerte. No obstante, en la práctica, es difícil determinar cuáles son las características que debe reunir el agua de bebida, ya que los animales suelen acostumbrarse con el paso del tiempo a determinada calidad de agua. El agua per-se no es tóxica. Los efectos tóxicos o nutricionales de la misma son debidos al tipo de sales disueltas en el agua, a su concentración, forma iónica. (Susana B; 2003)

Para poder definir una determinada calidad del agua, es necesaria la adopción de ciertos criterios que consisten en conocer cuál será la relación entre la exposición y la frecuencia que se espera de un efecto indeseable. Por ejemplo, cuando el agua va a ser utilizada con fines ganaderos, el fin principal será el de bebida. En este caso, se espera conocer cuál será el riesgo para la salud de los animales ante la ingestión de determinada composición del agua. (Alejandra H; 2003)

El agua, al estado líquido, toma la forma y la calidad del recipiente que la contiene; por lo tanto, la calidad del recipiente puede definir la calidad del agua. Entonces, los bebederos deben mantenerse

perfectamente limpios, libres de materiales extraños, tales como restos de vegetales, animales, tierra, algas. (Susana B; 2003)

Los factores que determinan la necesidad e ingestión diaria de agua incluyen el estado fisiológico (las hembras preñadas consumen más agua que las vacías y las lactantes más que las secas). (CSEH.SB, 2005)

La aptitud (mientras una vaca lechera puede beber hasta 160 litros de agua por día, un bovino de carne ingiere unos 55 litros al día), la producción de leche, la ingesta de materia seca, el peso vivo del animal, el grado de actividad, la composición de la dieta (en general, todos los forrajes secos y concentrados demandan un mayor consumo de agua por parte del animal que los forrajes verdes), la temperatura ambiental (a medida que se incrementa la temperatura ambiente aumentan los requerimientos de agua en los animales entre un 30 y un 60%) y otros factores ambientales (humedad y velocidad del viento). (CSEH.SB, 2005)

Es por eso que el consumo de agua en los animales es fundamental, ya que de este dependen muchos factores de funcionamientos y fisiológicos en el bovino; debido a esto hemos visto que la calidad, desinfección y el saneamiento del agua de bebida de los bovinos es fundamental para la industria lechera y sobre todo saber que, el efecto de los desinfectantes y moderadores de calidad de agua sea el indicado de matar el mayor porcentaje de bacteria, virus y parásitos presentes en el agua.

La importancia de la calidad del agua que será bebida radica en la salud de los consumidores, ya que el agua puede ser portadora de

sustancias y microorganismos dañinos para la salud de los animales. (Omar. Barriga, 2009)

La calidad del agua afecta sobre el consumo de pienso y la salud del animal, y normalmente se evalúa mediante criterios microbiológicos, físicos y químicos. El agua puede contener una variedad de microorganismos incluidos bacterias, virus, algas, protozoos así como huevos o cistos de gusanos intestinales. (Valentino B; 2009).

No todos los microorganismos son nocivos. Sin embargo, un alto nivel de contaminación en el agua es siempre un índice de la mala calidad de esta y representa un riesgo potencial para la salud, de los animales. (Valentino B; 2009).

Los microorganismos patógenos en el agua tienen características diferentes a los contaminantes químicos, por ejemplo, son organismos que no se disuelven en el agua sino que coagulan o se anexas a sustancias coloidales o sólidos en suspensión que están presentes en el agua. (Omar. Barriga, 2009)

8.1 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Comúnmente, un total de sólidos disueltos. (TDS); inferior a 1000 ppm refleja un agua de buena calidad. Valores intermedios, cercanos a 4000 ppm, pueden originar problemas, como diarreas y disminución de la producción, en animales poco acostumbrados. Valores entre 5000 y 7000 deben evitarse en animales gestantes y en lactación. Por encima de 7000 ppm se hace desaconsejable su uso. En general, los animales adultos son más resistentes al exceso de sal que los jóvenes, y las razas de carne más que las de leche. (Antonio J; 2008)

Conductividad: Medir la conductividad del agua puede servir como indicador del total de sólidos disueltos que ésta contiene.

Dureza: Básicamente, la dureza permite evaluar la capacidad de un agua para reaccionar ante un jabón. Este parámetro hace referencia, principalmente, a las concentraciones de sales de calcio y magnesio (agua con más de 120 mg/l de CaCO_3 es considerada dura y si supera los 500 mg/l puede tener un efecto laxante). Otros elementos como hierro, zinc, aluminio y manganeso pueden contribuir a la dureza del agua y originar problemas de palatabilidad e, incluso, de toxicidad cuando aparecen en grandes cantidades. La dureza del agua de bebida varía entre 10 mg/l y 500 mg/l.

pH: Es el grado de acidez o alcalinidad del agua y depende de la estructura geológica de los suelos que atraviesa, normalmente el pH de las aguas naturales se sitúa entre 6 y 9. El pH es un parámetro instantáneo, que se puede medir sobre el terreno por comparación de tiras colorimétricas con una escala de referencia.

El pH del agua de bebida debe oscilar entre 6,5 y 8,5. Un pH inferior a 5.5 puede producir acidosis y reducción de la ingesta de alimentos.

Sodio: El sodio se presenta en el agua principalmente en forma de cloruro sódico y sulfato de sodio. Mientras el primero no presenta

efectos negativos sobre la salud, a no ser que se encuentre en muy altas concentraciones, el segundo tiene efecto laxante.

Un agua con más de 800 mg de Na/l puede causar diarrea y caída en la producción de las vacas lecheras. Altos niveles de sodio en el agua de bebida pueden obligar a ajustar la ración, siempre con cuidado de no provocar una deficiencia de Cloro.

Cloruros: La forma más abundante es el NaCl, que aporta al agua un sabor salado. También se puede encontrar como cloruro de potasio, de calcio y de magnesio. El valor límite para cloruro de sodio es de 7.000 mg/l, le otorga al agua sabor salado y en exceso puede producir anoxia, pérdida de peso y deshidratación. Un exceso de estas dos últimas sales le dan al agua sabor amargo y pueden provocar diarrea. Es poco frecuente encontrar concentraciones de Cloro por encima de 3000 ó 4000 mg/l.

Calcio: Es el principal catión en el agua. Generalmente se encuentra como sales solubles: HCO_3^- , $\text{SO}_4^{=}$, fluoruro (F^-) y fosfato (PO_4^{3+}) de Ca. Además de gusto, el cual depende de la sal específica presente, el Ca le otorga al agua características de dureza.

Magnesio: El Mg le da al agua características de dureza y un típico sabor amargo, haciendo al agua poco palatable. Altas concentraciones de Mg provocan diarrea, porque forma con el $\text{SO}_4^{=}$ la sal de Epsom que tiene efectos laxopurgantes. Para ovejas adultas y secas, se aceptan valores de hasta 500 mg/l. Para las vacas lecheras los límites máximos son de 250 mg/l, para los terneros destetados 400 mg/l y para vacunos adultos 500 mg/l.

Sulfatos: Es la sal que posee el efecto más adverso sobre la salud debido a las combinaciones posibles con el Mg y el Na. El límite máximo de tolerancia para el ganado se considera de 1000 mg/l. Valores de 1500 a 2500 mg/l producen diarrea de forma puntual. Si la concentración supera estos valores es probable que los animales

rechacen el agua y, si se ven obligados a consumirla, posiblemente se vea afectada su condición corporal -como consecuencia de una reducción en el consumo de alimentos y en la tasa de ganancia de peso, aunque pueden acabar acostumbrándose. Además de estos problemas de salinidad, cuando los sulfatos del agua están en exceso, reducen la disponibilidad del cobre a nivel del rumen, originando una hipocuprosis secundaria o condicionada.

Uno de los efectos de los sulfatos es el de alterar el tenor de calcio-fósforo normales en suero. En relación a esta disminución se afectan las funciones reproductivas en los bovinos de cría (menor fertilidad, menor parición). Estos problemas se presentan con contenidos de sulfatos iguales o mayores a los 300 mg/l (Adams, 1986; NRC, 2001).

Cuando el valor de los sulfatos se acerca a los 700 mg/l se pone de manifiesto el efecto laxante, presentándose diarrea. Es importante destacar el acostumbramiento de los animales en zonas con aguas con altos contenidos en sulfatos ya que en estos casos las manifestaciones mencionadas pueden aparecer con valores muy superiores a los 700 mg/l, dependiendo de cada caso.

Hierro: El límite debería estar en 300 µg/l, pero concentraciones muy inferiores incrementan la coloración de la carne en los terneros de cebo. Otros problemas ocasionados por la presencia de hierro en exceso son alteraciones en el sabor de la leche, reducción en la ingesta de agua y disminución de la producción en vacas lecheras, desactivación de ciertos medicamentos (oxitetraciclina). Además, puede propiciar el crecimiento de ciertas bacterias en las conducciones de agua lo que provoca la aparición de olores fétidos y el taponamiento de estos sistemas.

Nitratos y Nitritos: Estos compuestos nitrogenados indican la presencia de contaminación bacteriana o de fertilizantes nitrogenados en el agua. Los nitratos (NO₃⁻) en el agua subterránea se hallan

frecuentemente asociados a procesos de intensificación de los sistemas agropecuarios.

Los niveles máximos aceptados son para nitratos + nitritos 100 mg/l y para nitritos solos 10 mg/l, puesto que éstos son diez veces más tóxicos. Las vacas pueden usar los nitratos como fuente de nitrógeno en el rumen para la síntesis de proteína microbiana, y pueden transformarlos en nitritos que reaccionan con la hemoglobina formando metahemoglobina, perdiendo la sangre su capacidad para transportar oxígeno. Si el aporte de estas sustancias en el agua es elevado, deberemos tener en cuenta que forrajes con altos niveles de nitratos pueden contribuir a la toxicidad. (Antonio J; 2008)

Debido a esto, se ha utilizado una combinación de dos desinfectantes potentes como el hipoclorito de sodio y dióxido de cloro para combatir y eliminar el mayor número de microorganismos patógenos presentes en el agua de bebida de los bovinos y a si poder mejorar la calidad del agua.

En el siguiente cuadro se citan los valores máximos de tolerancia para los bovinos de leche según dos autores. (Bavera, 1999; NRC, 2001)

Tabla 7 Tolerancia que definen la aptitud del agua para consumo animal.

Parámetro	Limite máximo
pH	6,5- 8,5
Total de Sólidos disueltos	(mg/l) 7000
Cloruro de sodio	(mg/l) 7000
Cloruro de magnesio	(mg/l) 2000
Nitratos	(mg/l) 100
Sulfatos	(mg/l) 300

Calidad bacteriológica: La calidad bacteriológica del agua destinada para bebida de animales no aparece en la bibliografía como uno de los requisitos excluyentes. Sin embargo, según (Adams, 1986) el agua destinada a consumo animal debería como máximo presentar un recuento de bacterias totales menor a 10.000 bacterias/ml y menos de 50 coliformes totales por 100 ml de agua. El autor menciona que recuentos superiores constituye, un riesgo para la salud animal, especialmente de las categorías más jóvenes.

9. EL HIPOCLORITO DE SODIO.

En general, los Hipocloritos son agentes oxidantes fuertes, con mayor fuerza que el peróxido de Hidrógeno o el Dióxido de Cloro. Su carácter de oxidante fuerte le permite actuar como agente de blanqueo y desinfección; estas propiedades se aprovechan para el tratamiento de fibras y la eliminación de microorganismos en el agua.

Durante la adición de hipoclorito de sodio en el agua se genera ácido hipocloroso (HOCl); el ácido hipocloroso se divide en ácido hipoclorito (HCl) y oxígeno (O₂). El átomo de oxígeno es un oxidante muy fuerte. El hipoclorito de sodio es muy efectivo contra las bacterias, virus y hongos manteniendo desinfectada y limpia el agua. (W.Roeske; et.al, 2004)

Las soluciones de Hipoclorito de Sodio caen dentro de dos clasificaciones: blanqueadores de uso doméstico, que contienen entre 5 y 5.5% de Cloro disponible, y soluciones fuertes o comerciales, que contienen entre 12 y 15% de Cloro disponible. El término “contenido de Cloro disponible”, es también denominado Cloro activo. (Estrella C. et.al; 2003)

En la cloración de los volúmenes más pequeños de agua, se puede usar hipoclorito de sodio para la desinfección del agua potable. Estas soluciones de hipoclorito se pueden almacenar sólo por un período de tiempo limitado. Se descomponen gradualmente y el grado de cloro efectivo disminuye. La descomposición se acelera por la exposición a la luz, el calor y por impurezas tales como las trazas de metal.

El Hipoclorito de Sodio se utiliza comúnmente en: blanqueado, desinfección, control de olor, cloración de aguas de proceso o para bebida, eliminación de lógamo y algas en piscinas (W.Roeske;et.al, 2004).

Debido a su efecto sobre la eliminación de algas en las paredes de las piscinas se le ha dado uso para la eliminación de estas algas que se producen en las paredes de las pilas o piletas de agua.

9.1 EL DIOXIDO DE CLORO

Por otra parte; El dióxido de cloro es un gas de color verde amarillento; Es estable y sumamente soluble en soluciones acuosas de hasta 20 g/l. Además de sus propiedades biocidas, el dióxido de cloro mejora la calidad del agua potable, es decir, neutraliza olores, remueve el color y oxida al hierro y al manganeso. Una de las propiedades más interesantes del dióxido de cloro es su eficacia biocida en un amplio rango de pH (3 a 9). (R.A. Deininger; et.al, 2000).

Debido a que el dióxido de cloro existe como un gas inestable, el producto no puede comprimirse ni distribuirse en cilindros como el cloro gaseoso. El dióxido de cloro debe producirse *in situ* mediante el uso de un generador mecánico.

Comúnmente se genera mediante la reacción de clorito de sodio con cloro gaseoso (sistema de 2 compuestos químicos) o mediante la

reacción de clorito de sodio con hipoclorito de sodio y ácido clorhídrico (sistema de 3 compuestos químicos). (R.A. Deininger; et.al, 2000).

El dióxido de cloro es muy útil para el tratamiento del agua potable. Mientras los desinfectantes de cloro reaccionan con diversas sustancias mediante la oxidación y sustitución electrofílica, el dióxido de cloro sólo reacciona mediante la oxidación. Como resultado de ello, el uso de dióxido de cloro puede disminuir la formación de THM en el agua tratada. Cuando se producen niveles más altos de THM en las aguas tratadas con dióxido de cloro, esto a menudo se debe a problemas en los generadores de dióxido de cloro, generalmente un exceso en el suministro de cloro. (R.A. Deininger; et.al, 2000).

El dióxido de cloro es un desinfectante más potente que el cloro y la cloramina; investigaciones reciente en los Estados Unidos y Canadá demuestra que el dióxido de cloro destruye enterovirus, *E. coli* y amebas y es efectivo contra los quistes de *Cryptosporidium*. El dióxido de cloro existe en el agua como ClO₂ (poca o ninguna disociación) y, por lo tanto, puede pasar a través de las membranas celulares de las bacterias y destruirlas. El efecto que tiene sobre los virus incluye su adsorción y penetración en la capa proteica de la cápside viral y su reacción con el RNA del virus. Como resultado, se daña la capacidad genética del virus. (R.A. Deininger; et.al, 2000).

Al ser combinados pueden llegar a reaccionar en un pH de entre 4 a 10, la combinación es claramente superior al cloro ya que destruye esporas, bacterias y virus en una base residual igual al cloro. Es por eso que en el presente proyecto de investigación se analizo el efecto de la combinación del hipoclorito de sodio y dióxido de cloro sobre la calidad del agua de consumo de los bovinos lecheros y su acción de desinfección y saneamiento, analizando distintas variables que influyen en el consumo de alimento, comportamiento fisiológico del bovino y la producción láctea.

Tabla 8 EFECTO DEL DIÓXIDO DE CLORO VS OTROS DESINFECTANTES

PRODUCTO	CONCENTRACION EN PPM.	EFECTO DE SANITIZACION EN AGUA DURA	EFECTOS DE ELEMENTOS ORGANICOS EN AGUA	EFECTO GERMICIDA.
Hipoclorito	200	Tolerancia moderada	Inactiva	Alta.
Peróxido de hidrogeno	3000-5000	Efecto limitado	Reacciona y pierde efectividad	Moderada, menor efectividad que hipocloritos.
Iodoforos	25	Actividad reducida se necesita mas sanitizantes	Actividad reducida, mas estables que los hipocloritos	Moderada, menor efectividad que hipocloritos.
Quaternarios	200	Actividad reducida	Moderada mente estable	Variable
Aldehídos	200	Sin efecto	Actividad reducida	Alta
Alcoholes	2% para esterilización	Sin efecto	Perdida de actividad	Moderada
Dióxido de cloro	150-200	Sin efectos	Poca influencia	Alta, mejor que hipocloritos.

(Selective technologies, 2007)



Excelente



Moderado



Pobre.

9.2 EL DIÓXIDO DE CLORO COMO OXIDANTE.

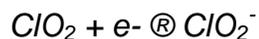
Como oxidante el dióxido de cloro es muy selectivo. El dióxido de cloro ataca el centro rico en electrones de las moléculas orgánicas. De esta manera se transfiere un electrón y el dióxido de cloro se reduce a ión clorito (ClO_2^-). El dióxido de cloro es efectivo a bajas concentraciones; no es tan reactivo como el ozono o el cloro y solo reacciona con sustancias sulfúricas, aminas y otras sustancias orgánicas reactivas. En comparación con el cloro y el ozono, se requiere menos dióxido de cloro para obtener una concentración de desinfectante residual efectiva. También se puede utilizar cuando la concentración de materia orgánica es alta. (Lenntech; 2012)

La fuerza de oxidación describe como de fuerte son las reacciones de oxidación cuando tiene lugar una reacción con una sustancia oxidable. El ozono tiene la mayor fuerza de oxidación y reacciona con cualquier sustancia susceptible de ser oxidada. El dióxido de cloro es débil, tiene una menor fuerza que el ácido hipocloroso o ácido hipobromoso.

La capacidad de oxidación muestra como los electrones son transferidos en una reacción de oxidación o reducción. El átomo cloro en el dióxido de cloro tiene un número de oxidación de +4. Por eso el dióxido de cloro puede aceptar hasta 5 electrones cuando es reducido a cloro. Cuando observamos el peso molecular, el dióxido de cloro contiene 263 % 'cloro disponible'; esto es más que 2,5 veces la capacidad de oxidación del cloro. (Lenntech; 2012).

La siguiente comparación demuestra que pasa con las reacciones de dióxido de cloro.

Primero, el dióxido de cloro coge un electrón y lo reduce a clorito:



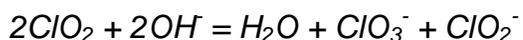
El ión clorito es oxidado y se convierte en un ión de cloruro:



Estas comparaciones sugieren que el dióxido de cloro es reducido a cloruro, y durante la reacción acepta 5 electrones. El átomo de cloro se mantiene, hasta que se forma el cloruro estable. Esto explica porque no se forman sustancias clorinadas.

Cuando el cloro reacciona no solo acepta electrones, sino que también interviene en las reacciones de adición y sustitución. Durante estas reacciones, uno o más átomos de cloro son añadidos a sustancias extrañas.

Al contrario que el cloro, el dióxido de cloro no reacciona con nitrógeno de amonio (NH_3) y apenas reacciona con aminas elementales. Puede oxidar nitrito (NO_2) a nitrato (NO_3). No reacciona rompiendo las conexiones de carbón. Tampoco tiene lugar la mineralización de sustancias orgánicas. En circunstancias alcalinas el dióxido de cloro se rompe en clorito y clorato (ClO_3^-)



Esta reacción es catalizada por medio de iones de hidrogeno (H^+). La vida media de soluciones acuosas de dióxido de cloro disminuye cuando el pH aumenta. A bajo PH, dióxido de cloro es reducido a iones cloruro (Cl^-). (Lenntech; 2012)

9.3 OXIDACIÓN DE SULFATOS

El sulfato (SO_4^{2-}) es mucho más abundante en agua de mar que en agua dulce, aunque cabe señalar que los lagos ácidos y los lagos con una alta tasa de mineralización, en cuencas cerradas, pueden contener altas concentraciones de sulfato. Parte del sulfato presente en agua dulce se origina de la mineralización de rocas en la cuenca de los lagos. No obstante la mayoría del sulfato se deriva del agua de lluvia.

El sulfato es el segundo anión de mayor abundancia en agua de lluvia, siendo el bicarbonato el anión más abundante.

Con el uso del dióxido de cloro como mejorador de la calidad del agua, se puede llegar a oxidar o bien reducir el sulfato a sulfuro de hidrógeno, que este último puede ser utilizado en la biosíntesis de compuestos orgánicos sulfurados.

9.4 REDUCCIÓN ASIMILATIVA DEL SULFATO

La reducción asimilativa del sulfato es el proceso mediante el cual una gran variedad de organismos vivos (incluyendo plantas superiores, algas, hongos y la mayoría de los procariontes) utilizan sulfato como fuente de azufre para la biosíntesis de compuestos organosulfurados (aminoácidos [metionina, cisteína], vitaminas [biotina], coenzimas [coenzima-A], compuestos osmoreguladores [dimetilsulfuro]). Cabe señalar, que los organismos arriba mencionados pueden utilizar también metionina y cisteína como fuente de azufre. La fuente de azufre para los animales proviene mayormente de los compuestos organosulfurados que consumen en su dieta (especialmente metionina). La metionina que ingieren los animales suplifica el azufre utilizado en la síntesis de cisteína. A partir de la cisteína se sintetizan otros organosulfurados.

Para la incorporación del sulfato a moléculas orgánicas es necesario reducir el átomo de azufre del sulfato, ya que en los organismos vivos el azufre se encuentra casi exclusivamente en forma reducida [grupos sulfhidrilo (-SH) o puentes disulfuro (-S-S-)]

De esta forma, la primera fase en la reducción asimilativa de sulfato conlleva la reducción del sulfato a sulfuro de hidrógeno. La reducción del sulfato a sulfuro de hidrógeno requiere de la activación del sulfato a expensas de ATP. La sulfurilasa de ATP (sulfato adenililtransferasa), cataliza la adición del ión sulfato a un grupo fosfato del ATP, formándose el fosfosulfato de adenosina (APS) y liberándose una molécula de pirofosfato (PPi). En las células procariotas, la activación del sulfato conlleva una segunda fosforilación a expensas de ATP, formándose la molécula de fosfoadenosina-5'-fosfosulfato (PAPS). Esta última es reducida a sulfito (SO_3^-) a expensas de la coenzima NADPH. El sulfito es reducido posteriormente a sulfuro de hidrógeno (H_2S), nuevamente, a expensas de la coenzima NADPH.

El dióxido de cloro tiene la propiedad de llevar a cabo la reducción de sulfato (SO_4) a sulfito (SO_3^-) debido a su poder oxidante, con esto el dióxido de cloro contribuye en la primera fase de la reducción de sulfato a sulfito y dentro del organismo de los animales (rumiantes) continúa la segunda etapa de la reducción, mediada por las bacterias y las enzimas reductoras de sulfito (SO_3^-), para llegar a la reducción asimilativa del sulfato, que es el sulfuro de hidrógeno (H_2S).

9.5 EFECTO BIOCIDA.

El dióxido de cloro es un potente biocida y no una toxina metálica. Esto significa que mata microorganismos por la interrupción del transporte y generación energética de la célula, durante la fosforilación en el Ciclo de Krebs, inhibiendo la catálisis mediada por el Fe, no por oxidación, como el ozono o el cloro. El dióxido Estabilizado de cloro (DCE) es altamente seguro y con largo plazo de vencimiento. (Deininger; et.al, 2000)

El dióxido estabilizado de cloro actúa sobre una gran variedad de bacterias:

- Stapylococcus Aureus.
- Streptococcus pneumonie
- Pseudomona aureoginosa
- Clostridium botulinum
- Salmonella typhi
- Meningococcus
- Legionella neumophila
- Escherichia coli
- Aspergillus niger
- Mycobacterium tuberculosis
- Influenza tipo A

Actúa sobre el ciclo de Krebs de la célula, inhibe la fosforilación oxidativa, catálisis inversa, mediada por el hierro en los microorganismos, en su proceso de adquirir energía por el pasaje de ADP a ATP.

Si se priva de esta acumulación energética al germen, le es imposible continuar el proceso metabólico y reproductivo del mismo, entonces muere.

Las células de plantas, animales y personas no utilizan esa variante catalítica, lo que lo hace inocuo para ellas. (www.biocidaargentina.com)

9.6 ELIMINACIÓN DE LA PELÍCULA BIOLÓGICA (biofilms).

Una película biológica o biofilm es una capa de microorganismos contenidos en una matriz (capa del limo), que se forma en superficies en contacto con agua. La incorporación de patógenos en las películas biológicas puede proteger a los patógenos contra concentraciones de los biocidas que matarían o inhibirían a esos organismos suspendidos libremente en agua. Los biofilms proporcionan un asilo seguro para organismos como *Listeria*, *E. coli* y *Legionella* donde pueden reproducirse a niveles donde la contaminación de los productos que pasan a través de esa agua llega a ser inevitable. (www.biocidaargentina.com)

9.7 MECANISMO DE DESINFECCIÓN DEL DIÓXIDO DE CLORO.

El dióxido de cloro existe en el agua como ClO_2 (poca o ninguna disociación) y, por lo tanto, puede pasar a través de las membranas celulares de las bacterias y destruirlas. El efecto que tiene sobre los virus incluye su adsorción y penetración en la capa proteica de la cápside viral y su reacción con el RNA del virus. Como resultado, el ClO_2 daña la capacidad genética del virus. (Cowley; 2002)

El dióxido de cloro reacciona en el agua con compuestos fenólicos, sustancias húmicas, sustancias orgánicas e iones metálicos. Esta acción oxidante a menudo mejora el gusto, olor y color del agua,

además elimina la probabilidad de producción de THM cuando se realiza una adecuada dosificación *in situ* de los elementos constituyentes del dióxido de cloro en el agua.

Mientras los desinfectantes que contienen cloro reaccionan con diversas sustancias mediante la oxidación y sustitución electrofílica, el dióxido de cloro solo reacciona mediante la oxidación. (Cowley; 2002) Esta es la razón por la cual el uso de dióxido de cloro puede disminuir la formación de THM en el agua tratada.

Si eventualmente se producen niveles considerables de THM en las aguas tratadas con dióxido de cloro, esto a menudo se debe a problemas en los generadores de dióxido de cloro, generalmente por exceso en el suministro de cloro, sustancia que participa *per se* en la formación de esos THM. (Cowley; 2002)

9.8 LOS TRIHALOMETANOS. (THM)

Los THMs se encuentran en el agua potable como resultado de la interacción del cloro con materia orgánica natural que se encuentra en el agua. Estos estarán presentes mientras el agua contenga cloro o hipoclorito, además de los precursores orgánicos. Es por esto que hay que mantener la cantidad de cloro residual dentro de unos límites. (Alicia S; 2008)

Durante la cloración, se produce una serie de subproductos debido a la reacción del cloro con la materia orgánica presente (demanda de cloro). Los ácidos húmicos y fúlvicos, que se encuentran en el agua de algunos lugares, son producto de la degradación de materia vegetal, la cual en la mayoría de los casos, le confiere color al agua. Otros compuestos proceden de la degradación de material animal. Los derivados de la degradación vegetal y animal son compuestos activos que, al reaccionar con el cloro, dan como resultado compuestos orgánicos clorados, entre ellos los THMs. Asimismo, al ser

cloradas algunas aguas con cargas orgánicas elevadas -por ejemplo, las aguas contaminadas con efluentes municipales- forman subproductos como: cloro fenoles, ácido cloro acético, ácido dicloro acético, ácido tricloro acético, tricloro acetaldehido monohidratado, 1-1-dicloropropanona, dicloroacetanitrilo, dibromoacetanitrilo, tricloroacetanitrilo, cloruro de cianógeno, cloropicrin y bromato. (Alicia S; 2008)

Los THMs más predominantes son el clorofomo y el bromodichloroetano; con frecuencia también se encuentran el dibromoclorometano y el bromoformo.

La concentración de THMs depende de la presencia de precursores (compuestos activos que pueden reaccionar con el cloro), así como de la dosis de cloro, tiempo de contacto, temperatura del agua y pH. (Alicia S; 2008)

9.9 SUBPRODUCTOS DE LA DESINFECCIÓN CON DIÓXIDO DE CLORO.

Deininger; et.al (2000) menciona que el dióxido de cloro produce subproductos en forma de cloritos y cloratos. Los cloritos y cloratos oxidan la hemoglobina y el clorito es un agente hemolítico. El máximo nivel propuesto de contaminante (MNPC) en los Estados Unidos para el clorito es de 1.0 mg/l, mientras que el ion clorato no esta reglamentado actualmente.

De cualquier modo, no se puede negar la existencia de (SPD) y los productos de la reacción del dióxido de cloro con material orgánico en el agua que incluyen clorofenoles, los ácidos maleicos, fumaricos y oxálicos. Un estudio de los subproductos de la reacción del dióxido de cloro en un tratamiento piloto revelo más de 40 (SPD) aunque su toxicidad en la mayor parte es desconocida. (Cowley; 2002)

Durante la oxidación de la materia orgánica, el dióxido de cloro se reduce a ion clorito. Es precisamente el clorito y también los cloratos los mas importantes de (SPD) producidos con el uso de este desinfectante.

La OMS no ha establecido un valor guía para el dióxido de cloro debido a su deterioro rápido a clorito, clorato y cloruro y porque el valor guía provisional de la OMS para el clorito es 200mg/l. es un protector adecuado contra la toxicidad potencial del dióxido de cloro.

(Cowley; 2002)

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

La investigación del dióxido de cloro en el agua de bebida de vacas Holstein se realizó en el establo lechero (los compadres) ubicado en el municipio de Gómez Palacio en el estado de Durango (Comarca Lagunera). Localizado en el km 2.5 de la carretera Gómez Palacio- Tlahualilo. Situado entre las coordenadas 25°37'4.88" latitud norte 103°28'14.38" longitud oeste a una altura de 1123 msnm. El clima varía de 42 ° C en verano y en invierno baja a 0 ° C, la prueba se realizó en el mes de Mayo. El establo contaba con una población total de 2100 animales.



Ilustración 3 Vista satelital del Establo Los Compadres lugar donde se efectuó la investigación. (Fuente. Google earth).

2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Se utilizaron dos pilas de los corrales de producción (pila # 1 tratada) y (pila # 2 testigo). Ambas fueron lavadas y desinfectadas previamente. Utilizando la misma agua disponible para las pilas en cada corral, pero en la (pila #1 tratada) se utilizó el producto hipoclorito de sodio y dióxido de cloro como desinfectante y mejorador de la calidad de agua; y en la (pila # 2 testigo) no se utilizó ningún producto de desinfección ni mejorador de la calidad de agua.

En cada corral se utilizaron 16 vacas de la raza Holstein-Friesian estas dividiéndose en 2 grupos, cada grupo contando con 8 vacas, grupo tratado numerado del 1-8 y grupo testigo numerado del 9-16. Al grupo tratado se le aplica en el agua de bebida el producto mientras que al testigo el agua sin el producto, siendo alimentadas con la misma dieta. Entrando a la ordeña de manera normal cada 8 horas al final del turno, pesando la leche de cada vaca en cada ordeña y tomando muestra de leche para análisis bioquímico una vez al día.

La muestra de leche (bolis) era enviada por día al laboratorio de LALA (Departamento de asistencia técnica y control de calidad) para su análisis bioquímico y recibiendo los reportes diarios de calidad de la leche, incluyendo % de grasa, % de proteína, Lactosa, Sólidos no grasos (SNG), Sólidos totales.

Descripción del grupo de los animales y su tipo de agua

Grupo #1 pila tratada	Grupo #2 pila testigo
<p>Se lavó y desinfecto la pila, se aplicó Vigoroso(SilmanCare ®) para el lavado, después de dejar actuar su efecto emulsificante y tallar las paredes, se aplicó alcohol previo a la aplicación del recubrimiento (SEAL-XPRO ER-CISTERNA SilmanCare®) para recubrimiento epoxico impermeable de grado sanitario en las áreas de concreto, en las áreas metálicas se aplico(SealXPro SilmanCare®) que es un recubrimiento hidráulico y al final sobre la superficie del bebedero (SealXPro NanoTech-C/P SilmanCare®) para mantener limpia la superficie que ayuda a que no se acumule materia orgánica e inactivando algunos agentes a causa del ángulo de la luz del sol.</p> <p>Sobre la marcha del experimento se aplico Dióxido de cloro (MAM 20) en el agua de bebida de este grupo a una dosis de 10 ppm utilizando un dosificador y dándoles limpieza simultáneamente cada 8 días.</p>	<p>Se lavó pila, no se aplicó ningún producto, se mantuvo con el agua y las mismas condiciones del establo para compararlas con las de los animales tratados en el agua de bebida, realizando solamente su limpieza cada 8 días.</p>

3. MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales utilizados durante el trabajo fueron proporcionados por el establo donde se realizó el experimento (los compadres) y por el laboratorio patrocinador del producto (SilmanCare International México)



Ilustración 4 limpieza y desinfección de la pila con el producto Vigoroso™

-Ficha técnica del producto **SilmanCare Vigoroso™**

Para facilitar la remoción de la grasa de las superficies, éstas deben ser tratadas con el sistema VIGOR-SI07, el cual es un desengrasante diseñado para producir una espuma densa y alcalina.



Ilustración 5. Desinfección de la pila con alcohol etílico al 90%.



Ilustración 6. Aplicación de SealXPro NanoTech-C/P



Ilustración 7. Aplicación de Recubrimiento Hidráulico Negro

-Ficha técnica de **SealXPro™ SH Recubrimiento**

Hidráulico Negro Sello Elástico Impermeabilizante superficial.

Este producto es un sellador para superficies lisas o porosas a base de hule neopreno, de elasticidad permanente, que no necesita catalizador.



Ilustración 8. Aplicaciones de Recubrimiento epóxido impermeable.

-Ficha técnica del SEAL-XPRO ER-CISTERNA RECUBRIMIENTO EPOXICO IMPERMEABLE FLEXIBLE GRADO SANITARIO.

Es un recubrimiento de baja viscosidad, de dos componentes (Parte A y B), que se adhiere tenazmente al concreto, asbesto o aplanados.



Ilustración 9 Finalización de la primera etapa del experimento.



Ilustración 10. Dosificadores de dióxido de cloro e hipoclorito de sodio.

4. Variables analizadas

Análisis:

- Físico
- Químico
- Bacteriológico del agua.

IV.- RESULTADOS

1. Análisis físico y químico.

Durante la investigación del hipoclorito sodio y dióxido de cloro como desinfectantes y mejoradores de la calidad del agua para consumo de los bovinos lecheros, se tomaron muestras del agua de las dos pilas (pila #1 tratada) una muestra y (pila # 2 testigo) una muestra; se enviaron al laboratorio de suelos de la UAAAN. UL; para su análisis físico y químico de ambas muestras.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes.

Tabla 9. **PARAMETROS FSICOS**

PARÁMETROS	1 TRATAD O	2 TESTIGO	Parámetros y tolerancia en base a la bibliografía.
pH	7.24	7.67	6,5-8,5
Cond. Eléctrica mS/cm	1.095	1.355	
Ca Calcio ppm	54	79	10-500 (mg/l)
Mg Magnesio ppm	15.55	32	250 (mg/l)
DUREZA			
Na Sodio ppm	7	5	7000(mg/l)
CO ₃ Carbonatos ppm	6	24.60	
HCO ₃ Bicarbonatos ppm	239.12	634.84	
Cl ⁻ Cloruros ppm	82.36	99.40	
SO ₄ Sulfatos ppm	65.22	174	300 (mg/l)
Sólidos Totales ppm	630.81	980.31	7000(mg/l)

Realizando el análisis de la prueba de la T. de STUDENT para el caso de los parámetros físico químicos, no se encontró diferencia significativa en lo estadístico, solo cabe mencionar que en la pila #1 tratada, los solidos totales son menores a los solidos totales de la pila # 2 testigo, esta diferencia numérica indica que el agua de la pila tratada tiene mejor la calidad organoléptica en base a la bibliografía citada, que el agua de la pila testigo.

2. Análisis bacteriológico

Se utilizó el método de detección de bacterias coliformes fecales, ya que este método es mucho mas seguro para establecer la calidad higiénica del agua. Se tomaron 3 muestras de agua de la pila # 1 tratada, y 3 muestras de agua de la pila # 2 pila testigo, ambas muestras en frascos estériles con capacidad de 10ml. Fueron enviadas al laboratorio de microbiología, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. (UAAAN).

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 10. Determinación de mesofilos aerobios:

Agar en el que se sembró.	Muestra TRATADO	Resultado TRATADO	Muestra TESTIGO	Resultado TESTIGO
<i>Plate Count</i> (para detección de mesofilos aerobios) 24 hrs a 37°C.	PLACA 1	198 UFC.	PLACA 4	230 UFC.
<i>Plate Count</i> (para detección de mesofilos aerobios) 24 hrs a 37°C.	PLACA 2	100 UFC.	PLACA 5	330 UFC.
<i>Plate Count</i> (para detección de mesofilos aerobios) 24 hrs a 37°C.	PLACA 3	100 UFC.	PLACA 6	INCONTABLE

-La sumatoria total de las tres placas es de 398. UFC/ml. Para el tratado.

-La sumatoria total de las tres placas es de 560. UFC/ml. Para el testigo.

Realizando el análisis de la prueba de la T de STUDENT. Para el caso de los parámetros bacteriológicos, no se encontró una diferencia estadística significativa; aunque cabe mencionar que los datos de la sumatoria de ambos grupos, para el caso del agua tratada el crecimiento bacterias mesofilas, fue menor al el caso del agua testigo.

Tabla 11. **Determinación de coliformes totales**

Agar en el que se sembró.	Muestra TRATADO	Resultado TRATADO	Muestra TESTIGO	Resultado TESTIGO
Caldo Mc Conkey en 10 ml. (48 hrs a 35°C).	PLACA 1	0.0 UFC	PLACA 4	100 UFC.
Caldo Mc Conkey en 10 ml. (48 hrs a 35°C).	PLACA 2	0.0 UFC	PLACA 5	INCONTABLE
Caldo Mc Conkey en 10 ml. (48 hrs a 35°C).	PLACA 3	0.0UFC	PLACA 6	110 UFC.

-La sumatoria total de las tres placas es de 0.0UFC/ml. Para el tratado

-La sumatoria total de las tres placas es de 210 UFC/ml. Para el testigo

Realizando el análisis de la prueba de la T de STUDENT. Para el caso de los parámetros bacteriológicos, no se encontró una diferencia estadística significativa; aunque cabe mencionar que los datos de la sumatoria de ambos grupos, para el caso del agua tratada el crecimiento bacterias coliformes totales, fue menor al el caso del agua testigo.

V. Discusión

Con respecto a los resultados obtenidos, se encontró que los parámetros de mayor importancia como son; (sólidos totales, calcio y magnesio, sodio, pH, cloruros y sulfatos) como componentes físicos y químicos del agua pueden llegar a determinar la calidad del agua en las pilas, para el caso de la pila tratada # 1, se encuentran dentro de los rangos aceptables para su consumo.

Según Jorgelina F. (2007), es importante conocer la composición física y química del agua por que esto es lo determinante para su consumo y puede aportar elementos benéficos para el animal, se debe tener en cuenta que la concentración relativa de muchos de los componentes del agua puede modificarse estacionalmente, por ejemplo ante variaciones climáticas como las lluvias.

El consumo de agua aumenta cuando contiene sales disueltas, en general, la salinidad es el principal factor que determina si la fuente de agua es apropiada para que el animal la consuma. Esto es a consecuencia que, si se encuentran en exceso, pueden ocasionar problemas en la salud del animal, una baja en la producción en incluso hasta la muerte del animal. (Jorgelina F; 2007)

Bavera (2009) menciona que es utópico pretender fijar cuál es el tenor ideal de sales del agua de bebida. Como cifras tentativas para los bovinos, sin que se altere en alto grado su salud y producción, y para zonas que se caracterizan por tener aguas con elevada concentración de sales, se pueden dar como límites valores de hasta 7 a 11 g/l de sales totales.

Esto significa que para el caso de la pila tratada, el sodio se encuentra dentro de los parámetros aceptables y que su consumo no traerá consecuencias en la salud de los animales.

Charlón V. (2000) menciona que cuando existe más de 3.000 mg/l de TDS se pueden presentar diarreas en animales no acostumbrados, la presencia de más de 5.000 mg/l indica que no es apta para vacas preñadas. El valor citado de 10.000 mg/l no es recomendado para vacas lecheras en producción. Sin embargo, hay bibliografía que indica que en el caso de que exista una concentración entre 7000 y 10.000 mg/l sólo se podrá asignar esta fuente a categorías de vaca secas y reproductores machos. La existencia de más de 10.000 mg/l TDS no podrá ser utilizada en ninguna categoría para su consumo.

En base a los resultados obtenidos en el análisis físico químico, se encontró un valor para el caso de Solidos Totales de 630.81ppm. En la pila tratada y 980.31 para la pila testigo, lo que significa que en la pila tratada se encontró menor cantidad de Solidos Totales y que en base a la bibliografía este parámetro es aceptable para que el agua de la pila tratada sea de mayor consumo, sin embargo esto no se significa que el agua de la pila testigo no pueda ser consumida por los bovinos.

Jorgelina F; (2007) menciona que un pH aceptable para el consumo de los bovinos varia entre 6 y 8, aguas con un pH mas bajo pueden acarrear problemas de acidosis y una baja en al producción láctea.

En cuanto a los resultados obtenidos durante la investigación el pH del agua tratada es de 7.24 y se encuentra dentro de los parámetros aceptables o recomendados para su consumo por los bovinos, igual para el caso de la pila testigo.

Por otro lado según Susana B; (2003) El Mg le da al agua características de dureza y un típico sabor amargo, haciendo al agua poco palatable. Altas concentraciones de Mg provocan diarrea. Para

las vacas lecheras los límites máximos son de 250 mg/l, para los terneros destetados 400 mg/l y para vacunos adultos 500 mg/l.

La dureza del agua se considera generalmente con la suma la de Calcio y Magnesio expresados como equivalente de Carbonato de Calcio (CO_3Ca) en ppm. Cuando el agua contiene menos de 100 ppm de CO_3Ca es agua blanda, menos de 270 ppm es semidura, menos de 360 ppm es dura y por encima de 470 ppm es muy dura. (Langger et.al; 2000)

En los resultados durante la prueba, con respecto al calcio y al magnesio, la suma de las concentraciones de ambos cationes es de 69.55 ppm; para el caso de la pila tratada. Y 111. ppm en la pila testigo. Esto nos da como resultado que en ambas pilas se encuentra un tipo de agua blanda, solo que para el caso de la pila testigo el agua tendría un sabor mas amargo al existir mayor concentración de magnesio, y se reflejara en el bajo consumo por los bovinos, en cambio en la pila tratada la concentración del magnesio es menor y hace que el agua se mas palatable para el consumo.

Susana B. (2003) menciona que el sodio forma la sal más beneficiosa y más común del agua, el cloruro de sodio (NaCl), y a no ser que se encuentre en muy altas concentraciones no presenta efectos negativos sobre la salud del animal. La concentración de NaCl presente en algunos ingredientes dietarios y en el agua reduce, y en algunos casos elimina, la necesidad de suplementar con sal las dietas para el ganado.

El valor límite para cloruro de sodio es de 7.000 mg/l, le otorga al agua sabor salado y en exceso puede producir anoxia, pérdida de peso y deshidratación. En verano se debe tener la precaución debido a que hay una mayor evaporación y los solutos se concentran aún más en el agua. (Charlon. V; 2000)

En cuanto al valor y la concentración del cloruro de sodio en la pila tratada, encontramos un valor de 7ppm. Equivalente a 7.000 mg/l y en la pila testigo un valor de 5ppm, equivalente a 5.000mg/l. sabiendo que estos valores son aceptables para que el agua sea consumida por los animales.

Por otro lado CharlonV. (2000) menciona que altas concentraciones de sulfato de magnesio provocan en el agua un sabor desagradable y amargo, pudiendo originar problemas gastrointestinales. Los contenidos elevados afectan no solo a las categorías en crecimiento, sino también, a las vacas adultas. Dependiendo del nivel de sulfatos existente en el agua, los animales pueden lograr un acostumbamiento luego de algunas semanas.

Uno de los efectos de los sulfatos es el de alterar el tenor de calcio-fósforo normales en suero. En relación a esta disminución se afectan las funciones reproductivas en las vaquillas, (menor fertilidad, menor parición). Estos problemas se presentan con contenidos de sulfatos iguales o mayores a los 300 mg/l Cuando el valor de los sulfatos se acerca a los 700 mg/l se manifiestan el efecto laxante, presentándose diarrea. (Charlon. V; 2000)

A los problemas mencionados anteriormente Jorgelina F. (2007) menciona que también se reduce la disponibilidad de cobre a nivel de rumen, cuando los sulfatos se encuentran en cantidades elevadas y que estos se unen al cobre en combinación con el molibdeno (presentes en las pasturas) forman complejos insolubles que no pueden absorberse a nivel de rumen y son eliminados por la heces; de esta manera se origina una hipocuprosis secundaria (disminución de cobre en sangre) provocando problemas carenciales de cobre.

Según Susana B. (2003) el límite máximo de tolerancia de sulfatos, para el ganado se considera de 1500 mg/l, si bien terneros y animales en confinamiento pueden presentar problemas con estas concentraciones. Valores de 1500 a 2500 mg/l producen diarrea temporaria.

Por otro lado CharlonV (2000) menciona que valores de 1.000 mg/l pueden coincidir con alteraciones en el sistema óseo, mientras que de 2.000 a 2.500 mg/l serían los valores que la bibliografía (NRC, 2001) acepta como máximos. Valores de 4.000 mg/l son intolerables y sumamente peligrosos.

Debido a la diferencias encontradas en cuanto a los valores máximos para el consumo de sulfatos presentes en el agua; cabe mencionar que en la investigación del dióxido de cloro e hipoclorito de sodio uno de los objetivos principales era reducir la cantidad de sulfatos presentes en el agua, o en su defecto que pudieran ser consumidos por los animales, sin provocar problemas adversos.

En la pila tratada, la cantidad de sulfato presente en el agua es de 65.22 ppm. Y el en la pila pila testigo es de 174. ppm. Se puede notar en cuanto a los resultados, una reducción considerable sulfato en la pila tratada, y esto se debe al efecto que tiene el dióxido de cloro de reducir de manera asimilativa el sulfato (SO_4) a sulfito (SO_3) debido a su poder oxidante; esto significa que los sulfatos son reducidos y que pueden de mayor provechó para los bovinos, en cuanto a la pila testigo los resultados obtenidos en el sulfato presente en el agua, podría traer consecuencias en la salud ya que los animales que consuman este tipo de agua tendría que adaptar su flora ruminal de manera natural. Y probablemente tendrían problemas de diarreas temporarias.

Por otro lado debido a que existe un grupo de enfermedades llamadas enfermedades hídricas, es decir enfermedades que transmiten a través del consumo de aguas contaminadas con *Salmonella*, *E.coli*, *Leguinella*, entre otras bacterias y parásitos presentes en el agua, fue necesario determinar la calidad del agua desde el punto de vista bacteriológico.

Según Charlon V. (2000) La calidad bacteriológica del agua destinada para bebida de animales no aparece en la bibliografía como uno de los requisitos excluyentes. Sin embargo, menciona que el agua destinada a consumo animal debería como máximo presentar un recuento de bacterias totales menor a 10.000 bacterias/ml y menos de 50 coliformes totales por 100 ml de agua. El autor menciona que recuentos superiores constituye, un riesgo para la salud animal, especialmente de las categorías más jóvenes.

En cuanto a los resultados obtenidos en los análisis bacteriológicos, el recuento de las células mesofilas para el caso de la pila testigo fue de 560 UFC. Y para la pila tratada fue de 398 UFC. Esto significa que en la pila tratada hay una menor cantidad de bacterias patógenas en el agua.

Deinniger et.al (2000) menciona que el dióxido de cloro es un desinfectante más potente que el cloro y la cloramina. El ozono tiene mayores efectos microbicidas, pero una capacidad de desinfección residual limitada. La investigación reciente en los Estados Unidos y Canadá demuestra que el dióxido de cloro destruye enterovirus, *E. coli* y amebas y es efectivo contra los quistes de *Cryptosporidium*.

Debido a la sinergia que se logra al combinar el dióxido de cloro e hipoclorito de sodio el efecto biocida se potencializa y eliminan el mayor número de bacterias, logrando así una calidad de agua completamente libre de bacterias.

Cowley (2002) menciona que el método de desinfección del dióxido de cloro ocurre cuando este se encuentra en el agua como ClO₂, dióxido de cloro estabilizado (poca o ninguna disociación). Por lo tanto, puede pasar a través de las membranas celulares de las bacterias y destruirlas. El efecto que tiene sobre los virus incluye su adsorción y penetración en la capa proteica de la cápside viral y su reacción con el RNA del virus. Como resultado, el ClO₂ daña la capacidad genética del virus.

Por otro lado según Estrela et al. (2002) el hipoclorito de sodio funciona como un solvente de materia orgánica, reduciendo la tensión superficial de la solución remanente, es decir elimina la presencia de materia orgánica presente en el agua. Además el hipoclorito de sodio neutraliza los aminoácidos de las bacterias y virus, funcionando como un bacteriostático estable dentro del agua.

Al usar la combinación de ambos productos se puede llegar a tener mayor efecto de eliminación de bacterias patógenas y al mismo tiempo la eliminación de materia orgánica presentes en el agua, ya que esto muchas veces provoca que el agua sea menos palatable y con mucho mas riesgo de ser consumida.

El efecto sinérgico se logra cuando el hipoclorito de sodio funciona como solvente y se disocia con otras sustancias, logrando neutralizar todas las bacterias y virus presente en el agua contenida en un recipiente; el dióxido de cloro comienza su acción de penetrar a todas células bacterianas y destruirlas y al mismo tiempo destruir toda clase virus presentes en el agua. Debido a que el dióxido de cloro no se disocia con otras sustancias, su efecto de eliminación puede continuar dentro del organismo de los seres vivos sin perder sus propiedades biocidas.

VI. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos se llego a la conclusión que el dióxido de cloro en combinación con el hipoclorito de sodio son una gran alternativa para la desinfección, potabilización y mejoradores de la calidad de agua, ya que su uso regulado y administrado correctamente no resultan ser nocivos para la salud de los bovinos, brindándonos agua de mejor calidad, menos contaminada y con las características requeridas para ser consumida no solo por los bovinos si no para toda clase de ser viviente. Y mejorando a si parámetros productivos, de mantenimiento, limpieza y desinfección. Eliminando en su totalidad toda clase de bacterias patógenas causantes de enfermedades en los animales.

El hecho de que la combinación de ambos productos logre un mayor nivel de desinfección, potabilización y eliminación de bacterias, es de suma importancia para las industrias pecuarias, ya que se puede ofrecer agua de mucha mejor calidad libre del riesgo potencial que se presenta cada vez que los animales consumen agua.

Por ultimo se da por aceptada la hipótesis de que el uso de hipoclorito de sodio y dióxido de cloro en combinación, tienen el efecto de mejorar la calidad del agua y potabilizarla al mismo tiempo.

Es por eso que se recomienda ampliamente el uso y manejo de esta nueva alternativa de desinfección y potabilización de agua ya que puede ayudar a mantener en muy buena calidad el agua destinada para consumo animal, y puede aportar mejores beneficios en el manejo y control de enfermedades de los animales.

LITERATURA CITADA.

1. Bavera, G. A. 2001.(clasificación de las aguas para bebida de bovinos) Manual de aguas y aguadas para el ganado, 2ª ed., Río Cuarto, :99.101.
2. Guillermo A. Bavera. 2009. Aguas y Aguadas para el ganado, 3ª Ed. del autor, Río Cuarto, pag. 123-125. www.produccion-animal.com.ar
3. Balderas J.S. y Gómez M.M. 2009. Problemática ambiental en la Región Lagunera. Disponibilidad, extracción y calidad del agua. Revista CIENCIACIERTA No.7 [En línea] <http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC17/CC17problematicalagunera.html>
4. Biocida Argentina 2011; DIÓXIDO DE CLORO ESTABILIZADO USO EN INDUSTRIA LECHERA [En línea] <http://www.biocidasargentina.com>
5. CONAGUA, 2004. Subdirección General Técnica; Gerencia de Calidad del Agua, Gerente: Ing. Enrique Mejía Maravilla, TEL. (01-55) 53-77-02-07 y 53-77-02-08, E-mail: enrique.mejia@conagua.gob.mx, Subgerente de Estudios de Calidad del Agua e Impacto Ambiental, M.C. Eric Daniel Gutiérrez López, TEL. (01-55) 53-77-02-09, E-mail: eric.gutierrez@conagua.gob.mx. [En línea] <http://www.cna.gob.mx/>
6. Cseh S.B 2003. El Agua y su Importancia para los Bóvidos. Lab. Bioquímica Clínica y Enfermedades Metabólicas, Dpto. Producción Animal INTA Balcarce. [En línea] www.produccion-animal.com.ar.
7. Cseh S.B. 2005.Enfermedades metabólicas y carenciales. Curso de posgrado en producción animal. EAA.INTA Balceras.
8. Charlón, V. Taverna, M.; y Paniggatti C. (2000). Cuantificación y caracterización de los efluentes generados en las instalaciones de ordeño.

Abstracts 11º Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo (ISCO'2000).

9. Cowley, G. *Disinfection with Chlorine Dioxide*. Publicación de la Sterling Pulp Chemicals, Toronto (2002).

10. Deininger R.A.; Ancheta A. y Ziegler A. 1994 Dióxido de Cloro. Escuela de Salud Pública The University of Michigan Ann Arbor, Michigan, EUA [En línea] <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/fulltext/simposio/ponen11.pdf>

11. Estrela C et al. Mechanism of Action of Sodium Hypochlorite [en línea] Enero de 2002 [citado julio 30 de 2011]. Disponible en [http://www.forp.usp.br/bdj/bdj13\(2\)/v13n2a07/v13n2a07.html](http://www.forp.usp.br/bdj/bdj13(2)/v13n2a07/v13n2a07.html).

12. Flores A.J. y Rochinotti D. 2007. Agua para Consumo de Rumiantes.
 - a. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Edición No. 426 [En línea] www.produccion-animal.com.ar

13. García Trejo Luciano, Médico Veterinario Zootecnista. Estados Unidos de América, 2011. Agua y su importancia en nutrición [En línea] <http://www.engormix.com>

14. Garcia, Alvaro D. Extensión Dairy Specialist. Dairy Science Department. Extension Extra, College of Agriculture & Biological Sciences / South Dakota State University / USDA, ExEx4024-S, Agosto 2004, Dairy Science Combatiendo el Stress Calórico en la Vaca Lechera [En línea]

15. Herrero A. 2003. La Calidad del Agua y su Importancia en los Alimentos. Seminario de la Bolsa de Cereales, Bs. As. Acaecer, 28(322):32-34. [En línea] www.produccion-animal.com.ar

16. Herrero, M. A. y Maldonado May, V. Calidad de aguas subterráneas. Publicado Revista Industria y Química- Revista de la Asociación Química Argentina- Julio 2000, No. 339:18-23 [En línea] http://www.fvet.uba.ar/areas/arch_bases_agric/wqsubt.pdf
17. Bqca. Jorgelina Flores y Dr. Diego Rochinotti email:jflores@correo.inta.gov.ar.[citado 28 de julio del 2011].
18. LENNTECH Water Treatment Solutions, 2012. [En línea]<http://www.lenntech.es/dioxido-de-cloro.htm>
19. Jiménez A. 2006. El Agua en la Alimentación Bovina. Publicado en InfoVet No.59. [En línea] http://www.fvet.uba.ar/areas/arch_bases_agric/agualech.pdf
20. Lic. Susana B. Cseh. 2003. Lab. Bioquímica Clínica y Enfermedades Metabólicas, Dpto. Producción Animal INTA Balcarce. www.produccion-animal.com.ar
21. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano-Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que Debe Someterse el Agua para su Potabilización". [En línea]. <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>
22. Omar O. Barriga "Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos". Veterinario de la Universidad de Chile.[citado julio 28 de 2011]
23. Roeske W., C. Müller y Günzburg Desinfección de Agua Potable con Cloro y Dióxido de Cloro, Un bosquejo de diferentes métodos. Revista AguaLatinoamérica, Noviembre- Diciembre 2004. [En línea] www.agualatinoamerica.com

24. Sager Ricardo L. 2000. AGUA PARA BEBIDA DE BOVINOS INTA E.E.A San Luis. Reedición de la Serie Técnica N° 126. [En línea] www.produccion-animal.com.ar
25. Selective micro technologies (2007) LLC. All rights reserved. www.selectivemicro.com
26. SEMARNAT, 2008. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales [En línea] <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>
27. Valentino Bontempo y Giovanni Savoini. 2009. Dept. de Ciencia Veterinaria y Tecnología para la Seguridad Alimentaria, Universidad de Milán, Italia.
28. www.produccion-animal.com.ar
29. Wolfgang Roeske Ing. Bioquímico. ,Dipl. BrM Christoph Müller, Gûnzburg. Para mayores detalles, referirse a: <http://brauwelt.de>—Autorenverzeichnis”(lista de autores) noviembre 2004.

